

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-115865

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|-------------------------------|-------|--------|----------------|--------------------|
| H 0 1 L 21/304 | 3 2 1 | | H 0 1 L 21/304 | 3 2 1 M 3 2 1 E |
| B 2 4 B 1/00 | | | B 2 4 B 1/00 | A |
| H 0 1 L 21/3065 | | | H 0 5 H 1/46 | A |
| H 0 5 H 1/46 | | | H 0 1 L 21/302 | N |
| 審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 10 頁) | | | | |

(21) 出願番号 特願平8-199863

(22) 出願日 平成8年(1996)7月10日

(31) 優先権主張番号 特願平7-225797

(32) 優先日 平7(1995)8月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 今橋 一成

東京都港区赤坂5丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

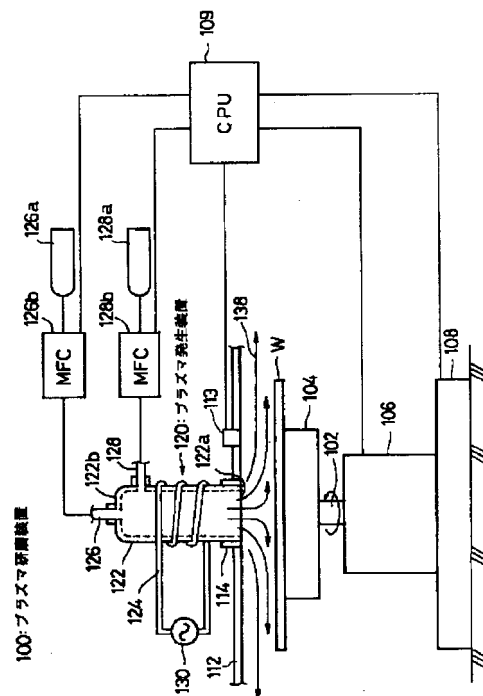
(74) 代理人 弁理士 亀谷 美明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 研磨装置及び研磨方法

(57) 【要約】

【課題】 ドライな雰囲気中で研磨処理を行う研磨装置を提供する。

【解決手段】 本研磨装置100は、ウェハWなどの被処理体を回転自在に保持する回転載置台104と、その回転載置台104等を揺動可能な揺動機構108と、所定の処理ガスをプラズマ化するとともに被処理体の回転面にプラズマ流を照射するプラズマ発生手段120とを備えている。例えば高周波誘導結合プラズマを発生する手段120から照射されたプラズマ流は、ウェハの回転力により吸引され、回転面に略平行な層流を形成し、ウェハの被研磨面全体にわたり均一な研磨を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理体の表面を研磨する研磨装置であって、前記被処理体を回転自在に保持する回転載置台と、所定の処理ガスをプラズマ化するとともに前記被処理体の回転面にプラズマ流を照射するプラズマ発生手段と、を備えたことを特徴とする、研磨装置。

【請求項2】 前記処理ガスは、実質的に大気圧雰囲気中でプラズマ化されることを特徴とする、請求項1に記載の研磨装置。

【請求項3】 前記プラズマ流は、前記被処理体の外径よりも内側に照射されることを特徴とする、請求項1または2に記載の研磨装置。

【請求項4】 前記被処理体を保持する前記回転載置台は、前記被処理体の被処理面の回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記被処理体の外周方向に導き、略層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記被処理面を研磨することが可能な速度で高速回転されることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項5】 前記被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記回転載置台の回転数が1000rpm以上の状態になると行われることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項6】 前記被処理体面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理体面と前記照射口との距離が50mm以下で行われることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項7】 前記回転載置台の回転中心は移動可能であることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項8】 回転載置台の駆動系と、処理ガスの供給系は、中央演算処理装置から伝達される信号により制御されることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項9】 被処理体の表面を研磨する研磨方法であって、前記被処理体を回転させながら、その回転面に所定の処理ガスのプラズマ流を照射することを特徴とする、研磨方法。

【請求項10】 前記プラズマ流は、実質的に大気圧雰囲気であることを特徴とする、請求項9に記載の研磨方法。

【請求項11】 前記プラズマ流は、前記被処理体の外径よりも内側に照射されることを特徴とする、請求項9または10に記載の研磨方法。

【請求項12】 前記被処理体を研磨することが可能な速度で高速回転させて、その回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記被処理体の外周方向に導き、略層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記

被処理面を研磨することを特徴とする、請求項9～11のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項13】 前記被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理体の回転数が1000rpm以上の状態になると行われることを特徴とする、請求項9～12のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項14】 前記被処理体面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理体面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生手段の照射口との距離が50mm以下で行われることを特徴とする、請求項9～13のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項15】 中央演算処理装置から伝達される信号により、回転載置台の駆動系と、処理ガスの供給系を制御することを特徴とする、請求項9～14のいずれかに記載の研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、研磨装置及び研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体製造プロセスにおいては、プロセスの高度化、複雑化に伴う被処理体、例えば、半導体ウェハ（以下、単にウェハと称する。）の凹凸面を平滑化するために、化学研磨剤やパッドなどを使用してウェハ表面を機械的に研磨する、いわゆるCMP（Chemical Mechanical Polishing）法が広く用いられている。

【0003】図11及び図12には、従来のCMP装置の一例が示されている。このCMP装置は、表面に研磨用パッド2が設置された回転テーブル4に対して、ウェハ保持機構6に保持されたウェハ8を所定の圧力で圧接し、ノズル10より、例えばシリカを主成分とするスラリー状の化学研磨液を研磨用パッド2の表面に供給しながら、回転テーブル4を回転させるとともにウェハ保持機構6をモータ12（図12）により回転させ、化学研磨液／研磨用パッドとウェハ表面（被研磨面）との機械的摩擦力によりウェハ表面を研磨するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のCMP装置は、化学研磨液を使用してウェットな雰囲気中で処理を行う研磨装置なので、研磨液の飛散防止機構や廃液の回収機構が必要となる上、研磨処理後にウェハを洗浄する後処理が必要であるという問題を有している。

【0005】また、従来のCMP装置では、研磨処理時にウェハの被研磨面に対して研磨用パッドが圧接されるので、ウェハ表面における研磨の進行状態を直接観察することができない。従って、処理の終点検出を行うことが困難であり、加えて圧接圧力、回転テーブルやウェハ保持機構の回転数、研磨液の供給量、研磨時間などの制御パラメータも多く、最適な研磨を行うには多大な経験

とノウハウを必要としている。

【0006】本発明は、ウェハの研磨装置にかかる如上の問題点を鑑み成されたものであり、本発明の目的は、研磨液を使用しないドライな雰囲気で、しかも実質的に大気圧雰囲気での処理が可能な新規なドライ式の研磨装置及び研磨方法を提供することであり、それにより、従来のウェット式の研磨装置が抱える問題点をドラスティックに解決しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、被処理体の表面を研磨する研磨装置であって、被処理体を回転自在に保持する回転載置台と、所定の処理ガスをプラズマ化するとともに前記被処理体の回転面にプラズマ流を照射するプラズマ発生手段とを備えたことを特徴としている。

【0008】請求項2記載の発明は、請求項1記載の研磨装置において、処理ガスを、実質的に大気圧雰囲気でプラズマ化することを特徴としている。

【0009】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の研磨装置において、プラズマ発生手段よりプラズマ流を被処理体の外径よりも内側に照射することを特徴とするしている。

【0010】請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか記載の研磨装置において、前記被処理体を保持する前記回転載置台が、前記被処理体の被処理面の回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記被処理体の外周方向に導き、略層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記被処理面を研磨することが可能な速度で高速回転されることを特徴としている。

【0011】請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれか記載の研磨装置において、前記被処理面への前記プラズマ流の照射を、前記回転載置台の回転数が1000rpm以上の状態になると行われることを特徴としている。

【0012】請求項6記載の発明は、請求項1～5のいずれか記載の研磨装置において、前記被処理体面への前記プラズマ流の照射を、前記被処理体面と前記照射口との距離が50mm以下で行われることを特徴としている。

【0013】請求項7記載の発明は、請求項1～6のいずれか記載の研磨装置において、回転載置台の回転中心を移動可能に構成したことを特徴としている。

【0014】請求項8記載の発明は、請求項1～7のいずれか記載の研磨装置において、回転載置台の駆動系と、処理ガスの供給系が、中央演算処理装置から伝達される信号により制御されることを特徴としている。

【0015】さらに請求項9記載の発明は、被処理体の表面を研磨する研磨方法であって、被処理体を回転させながら、その回転面に所定の処理ガスのプラズマ流を照射することを特徴としている。

【0016】請求項10記載の発明は、請求項9記載の研磨方法において、プラズマ流を実質的に大気圧雰囲気中で形成することを特徴としている。

【0017】請求項11記載の発明は、請求項9または10記載の研磨方法において、プラズマ流を被処理体の外径よりも内側に照射することを特徴としている。

【0018】請求項12記載の発明は、請求項9～11のいずれか記載の研磨方法において、前記被処理体を研磨することが可能な速度で高速回転させて、その回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記被処理体の外周方向に導き、略層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記被処理面を研磨することを特徴としている。

【0019】請求項13記載の発明は、請求項9～12のいずれか記載の研磨方法において、前記被処理面への前記プラズマ流の照射を、前記被処理体の回転数が1000rpm以上の状態になると行われることを特徴としている。

【0020】請求項14記載の発明は、請求項9～13のいずれか記載の研磨方法において、前記被処理体面への前記プラズマ流の照射を、前記被処理体面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生手段の照射口との距離が50mm以下で行われることを特徴としている。

【0021】請求項15記載の発明は、請求項9～14のいずれか記載の研磨方法において、中央演算処理装置から伝達される信号により、回転載置台の駆動系と、処理ガスの供給系を制御することを特徴としている。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら本発明をプラズマ研磨装置に適用した実施の一形態について詳細に説明する。

【0023】本実施の形態にかかるプラズマ研磨装置100は、図1及び図2に示すように、回転軸102上に軸止された回転載置台104を備えている。この回転載置台104は、モータのような回転駆動機構106から回転軸102を介して回転を伝達することにより、高速で回転することができる。研磨処理時において、後述するように、プラズマ発生室122内で発生したプラズマ流が開放端122aから回転載置台104上に載置されたウェハWの被研磨面に照射され、回転により生じた遠心力に吸引されて、ウェハWの被研磨面に略平行な層流となって、外周方向に流れていき、そのプロセスでウェハWの表面を研磨し、平滑化していく構成であるため、ウェハWに対する単位面積当たりの研磨効率を考慮し、ウェハWの回転速度、すなわち回転載置台の回転速度は1000～7000rpmの範囲内で設定されることが望ましく、さらに4000～6000rpmの範囲内で設定されることが望ましい。

【0024】また、回転駆動機構106は、レール108a(図2)及び不図示の駆動機構から成る揺動機構1

08上に載置されており、研磨処理時に左右に揺動させることにより、回転載置台104の回転中心を移動させることができる。これにより、ウェハWの被研磨面に対してプラズマ流を均一に照射することが可能となり、その揺動速度は、後述の開放端122aがウェハWの半径方向に2〜4秒間の範囲で1往復するように設定することが望ましい。なお、ウェハWの周縁部ほど、開口端122aの面積に対する被研磨面の揺動されるべき面積比が大きくなるため、回転駆動機構106の揺動速度は一定とせず、ウェハWの略中心から周縁部に移動させる際には、その揺動速度を遅くしていくことが望ましい。そして、あらかじめウェハWの被研磨面の凹凸がわかっている場合には、その凸部分の多い場所で回転駆動機構106の揺動速度を遅くすることができる。

【0025】回転載置台104の載置面にはウェハWを保持する保持機構、例えば真空チャック110が設けられており、ウェハWを回転載置台104上に固定して、例えば5000rpmの高速で回転させることができる。なお回転軸102及び回転載置台104は不図示の昇降機構、例えばエアシリンダなどにより昇降自在に構成されている。従って、ウェハ搬送／搬出時には、その下方位置にまで下降して、不図示の搬送装置との間でウェハWの受け渡しを行うことができる。また、研磨処理時には、天板112との間隔が最適となる位置にまで、ウェハWを上昇させることができる。

【0026】回転駆動機構106、揺動機構108及び不図示の昇降機構は、中央演算処理装置CPU109等に接続されており、その中央演算処理装置CPU109にインプットされている任意のプログラムによって、それらの回転速度、移動速度などを正確に制御することが可能のように構成されている。

【0027】回転載置台104の載置面（または、ウェハWの被研磨面）の上方には、その載置面（または、被研磨面）と略平行な面を成すように天板112が設置されている。この天板112の略中央、すなわち、静止位置にある（すなわち、揺動機構108がニュートラル位置にある）回転載置台104の回転中心のほぼ延長線上には、プラズマ発生装置120が設置されている。また、天板112には光学センサ113が設けられており、ウェハWの被研磨面を実時間で観察し、所定の平滑度が得られた時点で、光学センサ113から終点信号が中央演算処理装置CPU109に送られ、研磨処理が終了するように構成されている。なお回転載置台104（または、ウェハW）とプラズマ発生装置120との位置関係については、後述するように、プラズマ発生装置120からウェハWの被研磨面に照射されるプラズマ流が、ウェハWの回転面（被研磨面）に生じる遠心力に吸引されて、層流となって外周方向に均一に流れるように配置すればよく、本実施の形態のように、プラズマ発生装置120の鉛直方向中心線と回転載置台104の回転

中心線とが一致している必要はない。さらに、回転載置台104上に載置されるウェハWとプラズマ発生装置120の開放端122aとの距離は、例えば8インチのウェハWを用いて研磨処理を行う場合、上記最適なウェハWの回転数及び後述の開放端122aの直径の範囲を考慮すると、50mm以下が好ましく、さらに5〜30mmの範囲内にあることが好ましい。

【0028】さて、本実施の形態において使用されるプラズマ発生装置120は、プラズマトーチとも称されるもので、石英やシリコンカーバイドなどの誘電性材料から成るプラズマ発生室122と、そのプラズマ発生室122の外側に数ターンにわたり巻回された高周波アンテナ124とから主に構成されている。プラズマ発生室122は、一方端（ウェハW側）が開放し他方端が閉止した中空シリンダ形状をしている。その開放端122aは天板112を貫通して、ウェハWの被研磨面に面している。そして、研磨処理時において、後述するように、プラズマ発生室122内で発生したプラズマ流が開放端122aから回転載置台104上に載置されたウェハWの被研磨面に照射され、回転により生じた遠心力に吸引されて、ウェハWの被研磨面に略平行な層流となって、外周方向に流れていき、そのプロセスでウェハWの表面を研磨し、平滑化していく構成であるため、開放端122aの直径は、ウェハWの外径の十分の一以下とし、開放端122aの面積としては、ウェハWの面積の百分の一以下とすることで、プラズマ流をウェハWの被研磨面全域に拡散させることが可能となる。すなわち、プラズマの発生効率や使用効率、さらに研磨効率などを考慮すると、プラズマ発生室122の内径及び開放端122aの直径は、例えば8インチのウェハWを用いて研磨処理を行う場合、5〜30mmの範囲内にあることが好ましく、さらに10〜20mmの範囲内にあることが好ましい。なお、プラズマ発生室122と天板112とは封止部材114により気密に接続されている。またプラズマ発生室122の閉止端122bには第1及び第2の処理ガス供給系統126、128が、適当なガasketを介して気密に接続されている。

【0029】プラズマ発生室122の閉止端122bの頂部に接続される第1の処理ガス供給系126は、ガス源126aからマスフローコントローラ（MFC）とも称される流量制御器126bを介して、不活性ガス、例えばアルゴンなどのプラズマ励起用ガスを導入するものである。また、プラズマ発生室122の閉止端122bの周辺部に接続される第2の処理ガス供給系128は、ガス源128aから流量制御器（MFC）128bを介して、エッチャントガスを導入するものである。エッチャントガスの流量は、全ガスの流量の1〜2%の範囲でプラズマ発生室122内に導入されるとよい。さらに、エッチャントガスは、研磨面の材質に応じて選択することができる。例えば、シリコン酸化膜の平滑化を行う場

合には、フッ素系ガスをエッチャントガスとして使用することができる。また、タングステンやアルミニウムなどの金属膜の平滑化を行う場合には、塩素系ガスをエッチャントガスとして使用することができる。なお、図示の例では、不活性ガスとエッチャントガスを別経路にてプラズマ発生室122に導入しているが、これらのガスを導入経路内にて混合した後、混合ガスをプラズマ発生室122に導入することもできる。また、エッチャントガスが不要な場合には、不活性ガスのみをプラズマ化し、例えばアルゴンプラズマのみによって研磨処理を行うこともできる。なお、流量調節器126b及び128bは、中央演算処理装置CPU109等に接続されており、その中央演算処理装置CPU109にインプットされている任意のプログラムによって、処理ガスの流量を所望の状態に正確に制御することが可能なように構成されている。

【0030】さて、上記の如きプラズマ発生室122の外周には、高周波アンテナ124が数ターンにわたり巻回されている。この高周波アンテナには、適当なマッチング回路（不図示）を介して、高周波電源130が接続されており、例えば、13.56MHzの高周波を高周波アンテナ124に印加することができる。高周波アンテナ124は、図1の例では、約3ターンのコイル状の銅線を使用しているが、本発明はかかる実施の形態に限定されない。プラズマ発生装置120によりプラズマを生成するには、印加された高周波によりプラズマ発生室122内に交番磁場を形成できればよく、高周波アンテナ124のターン数および形状については、設計の範囲内で任意に設定できる。特に高周波アンテナ124の形状については、板状のものを使用することもできる。また、高周波アンテナ124は高周波の印加により過熱するので、例えば、図3に示すように、高周波アンテナ124として中空コイルを使用し、その中空部124aに冷却水を通水する構成を採用することもできる。

【0031】次に、図3を参照しながら、上記プラズマ発生装置120によるプラズマ生成の機構について簡単に説明する。このプラズマ発生装置120は、高周波誘導結合を利用してプラズマを生成するものであり、プラズマ発生室122内に不活性ガスやエッチャントガスなどの処理ガス132を流しながら、高周波アンテナ（誘導コイル）124を通して例えば、13.56MHzの高周波をかけると、図中点線134で示すような交番磁場を生じ、その磁束のまわりに電場が発生して電子が加速される。このとき加速された電子が処理ガス132の原子と衝突してイオン化し、プラズマ放電が生じる。このようにして生成したプラズマ流138は、プラズマ発生室122の開放端122aより、図1及び図2に示すように、回転載置台104上に載置されたウェハWの被研磨面に照射され、回転により生じた遠心力に吸引されて、ウェハWの被研磨面に略平行な層流となって、外周

方向に流れていき、そのプロセスでウェハWの表面を研磨し、平滑化していく。

【0032】なお、プラズマ流138が照射されるプラズマ発生室122の開放端122aとウェハWの回転面との位置関係は、プラズマ流138がウェハWの外径よりも内側に照射されるように調整される。例えば、ウェハWの外径の十分の一程度の領域に向かってプラズマ流138を照射することができれば、ウェハWの回転により生じた遠心力によりプラズマ流はその回転面に沿って十分に拡散し、ウェハWの被研磨面全体にわたり均一な研磨処理を行うことができる。また、図3に示すような高周波誘導結合型のプラズマ発生装置120により生成されたプラズマの密度むらを補償するために、揺動機構108により回転載置台102の回転中心を左右に揺動させ、ウェハWの表面を流れるプラズマ流を平均化し、研磨処理の均一化を図ることも可能である。

【0033】また、図1～図4の例では、プラズマ発生装置120のプラズマ流138の照射口は開放端122aとして構成されているが、図7及び図8に示すように、プラズマ発生室122の開放端122aにパンチングメタル160aやメッシュ170aを取り付けて、プラズマ発生室122の開放端122aから照射されるプラズマ流138のプラズマ密度の均一化を図ることもできる。但し、ここで使われるパンチングメタルやメッシュなどは十分な被膜処理が施されたものでなければならない。

【0034】以上のように、本実施の形態にかかる高周波誘導結合を利用したプラズマ発生装置120によれば、実質的に大気圧雰囲気中の常圧プラズマを生成することが可能である。かかる常圧プラズマは、低圧雰囲気中で生成される低圧プラズマよりもイオンや電子の平均自由行程が短いので、被研磨面の凹部に入りやすく、被研磨面の凸部に衝突しやすいという特性を有している。本実施の形態によれば、このような特性を有する常圧プラズマが、ウェハWの被研磨面に略平行な層流となって流れるので、効率的にしかも高い精度でウェハW表面の平滑化処理を行える。しかも、本実施の形態では、大気圧雰囲気中しかもドライな環境で研磨処理を行うことができるので、ウェット式の従来の研磨処理に比較して、ある程度開放的な空間で処理を行うことができ、装置の簡素化を図ることができる。さらに、本実施の形態では、被研磨面が研磨パッドなどで覆われず開放しているため、例えば光学センサによりウェハWの表面からの反射光を実時間で観察することが可能であり、最適な終点検出を行うことができ、研磨処理の精度をより高めることができる。

【0035】以上説明したように、本実施の形態によるプラズマ研磨装置100は、従来のウェット式CMP装置に比較して、ある程度開放的な空間で処理を行うことができるが、実際運用にあたっては、図4に示すよう

な、処理チャンバ150内に收容されて、1つのユニットとして構成することができる。処理チャンバ150は、図示のように、例えば略6方体形状をしており、その上部天板150aの略中央にプラズマ発生装置120が取り付けられている。また処理チャンバ150の一方の側壁には、開閉自在の開口部150bが形成されており、不図示の搬送手段により、ウェハWの搬入搬出を行うことができる。さらに処理チャンバ150の他方の側壁には、排気口150cが設けられており、排気ファン150dなどにより、処理チャンバ150内の排気を行うことができる。本実施の形態では、既に説明したように常圧プラズマを使用して研磨処理を行うので、真空ポンプなどにより減圧排気を行う必要はなく、排気ファン150d程度の排気手段を使用することが可能であり、装置構成を簡略化できる。さらに、上記処理チャンバ150を規格化されたユニットと構成することにより、複数の処理装置を組み合わせるマルチチャンバ方式の処理システムを構築したり、連続プロセスシーケンスの1ユニットとすることが可能である。なお、上記実施の形態において、処理チャンバ150の形状を略6方体として説明したが、本発明はかかる構成に限定されず、いかなる形状であっても適用することが可能であり、例えば略円形の形状であってもよい。

【0036】次に、上記のように構成された本実施の形態にかかるプラズマ研磨装置により図5(a)に示すようなシリコン酸化膜よりなる層間絶縁膜が形成されたウェハの表面を研磨する場合の動作について説明する。このウェハは、図5(a)に示すように、シリコン層202の上に配線部をなす金属層204、例えばアルミニウム層が形成され、その表面全体に絶縁膜208が形成されている。

【0037】まず、中央演算処理装置109の制御信号によって、回転載置台104を下方のウェハ受け入れ位置にまで下降させ、図5(a)に示すように、表面が凹凸面208である未処理のウェハWを搬送装置により、回転載置台104上に載置する。そして、真空チャック110によりウェハWを真空吸着するとともに、回転載置台104を研磨処理位置にまで上昇させる。さらに、回転載置台104、すなわちウェハWを、例えば5000rpmの高速で回転させる。次いで、プラズマ発生室122内に処理ガス、例えばアルゴンガスとCF₄ガスを導入しながら、高周波電源130より、例えば13.56MHzの高周波を高周波アンテナ124に印加し、プラズマ発生室122内にプラズマを生成する。プラズマ発生室122内のプラズマは、室内が若干陽圧であることと、ウェハWの回転による吸引力により、開口部122aよりプラズマ流138としてウェハWの表面に向かって照射される。その後、プラズマ流は、ウェハWの回転により外周方向に層流となって流れ、図5(b)に示すように、ウェハWの凹凸面208を平滑面210に

研磨していく。

【0038】ウェハWの被研磨面は、光学センサ113により実時間で観察されており、所定の平滑度が得られた時点で、光学センサは終点信号を装置の中央演算処理装置CPU109に送り、研磨処理が終了する。研磨処理終了後、中央演算処理装置CPU109の制御信号により、回転載置台104の回転が停止されるとともに、プラズマも停止される。その後、回転載置台104はウェハ搬出位置にまで下降し、不図示の搬送手段により研磨済みのウェハWを搬出して一連の処理が終了する。

【0039】以上の実施の形態においては、シリコン酸化膜を平滑化する工程を説明したが、本発明は、シリコン酸化膜以外の、例えばシリコンナイトライド膜を研磨する場合にも適用することができる。さらに、本発明は、図6(a)に示すように、コンタクトホール220が形成された絶縁膜222、例えばシリコン酸化膜の表面全体に、例えばチタンナイトライド膜よりなる薄いバリア層224を介して金属膜226、例えばタングステン膜が形成されたウェハWを、図6(b)に示すように、絶縁膜222が露出するまで金属膜226及びバリア層224をエッチバックするような処理に対しても適用することができる。

【0040】以上の説明から明らかなように、本発明は、ウェハWの回転によりプラズマ流を被研磨面に略平行な層流として流すことにより、ウェハWの被研磨面全体にわたり均一に研磨しようとするものである。しかしながら、ウェハWの外周域に発生する乱流が処理に悪影響を与える場合には、図9及び図10に示すような構成を採用して、層流の均一な流れを保持することができる。例えば、図9に示す実施例では、ウェハWの外径よりも大径の回転載置台104'を用い、さらにウェハWを囲むように、ウェハWの回転面の外周域を擬似的に延長させるような整流機構240を設置して、ウェハWの外周域における乱流を防止することができる。あるいは、図10に示すように、隔壁250により回転載置台104の周囲を囲み、隔壁250の側壁部に多数の吸気口250aを設けることで、ウェハWの外周域において層流を乱すことなく、吸気口250aから吸気する構成とすることができる。

【0041】以上、本発明の好適な実施の形態について図面に即して説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載した技術的思想の範疇において、様々な変更及び修正に想到することが可能であり、それらについても、本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0042】例えば、上記実施の形態では、半導体ウェハを研磨する場合を例に挙げて説明したが、本発明はかかる例に限定されず、LCD基板などの被処理体の表面を研磨する場合にも適用することができる。また、上記実施の形態では、大気圧雰囲気中で生成された常圧プラズ

マにより研磨処理を行う例を示したが、研磨装置を気密チャンバ内に收容し、気密チャンバ内を減圧雰囲気保持して、減圧プラズマにより研磨処理を行うことも可能であることは言うまでもない。さらにまた、上記実施の形態では、プラズマ発生装置120として高周波誘導結合型のプラズマトーチを採用したが、本発明はかかる例に限定されず、各種プラズマ発生装置、例えばマイクロ波プラズマ発生装置、ECRプラズマ発生装置などにより生成したプラズマを研磨処理に利用することが可能である。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、プラズマ発生装置から被処理体の回転面に照射されたプラズマ流を、回転により回転面に略平行な層流として流すことが可能であり、そのプラズマ流により被研磨面を研磨することにより、ドライな雰囲気中で研磨処理を行うことができる。このように、本発明によれば、従来の研磨装置のように、ウェットな雰囲気中で処理を行う必要がないので、研磨液の飛散防止機構や廃液回収機構を省略し、装置構成を簡略化することができる。さらに、被処理体をウェットな雰囲気に曝すことなく研磨処理を行えるので、被処理体の後処理を省略することが可能となり、プロセスの工程数を減らすことができる。さらにまた、本発明によれば、被処理体の研磨面に対して研磨パッドなどを押圧する必要がないので、研磨面を光学センサなどでリアルタイムで観察することが可能となり、より正確な終点検出を行え、研磨精度の向上を図ることができる。また、マルチチャンバ方式の処理システムによる連続プロセス装置におけるプロセスの一環として、研磨工程を組み込むことが可能となる。

【0044】特に、大気圧雰囲気で生成した常圧プラズマを利用して研磨処理を行った場合には、プラズマ流をより効率的に研磨面の凸部に衝突させることが可能となり、より高速でかつ平滑度の高い処理を行うことができる。そして、常圧プラズマを利用することにより、処理チャンバの機密性を下げ、また排気機構も簡略化することもできるので装置のインシャルコストを軽減することができる。さらに大気圧雰囲気で処理を行うことにより真空チャックの吸着力も高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態にかかるプラズマ処理装置の概略的構成を示す略断面図である。

【図2】図1に示すプラズマ処理装置の概略を示す見取図である。

【図3】本発明に適用可能なプラズマ発生装置によるプラズマ発生メカニズムを示す説明図である。

【図4】本発明の実施の一形態にかかるプラズマ処理装置を収納可能な処理チャンバの一例を示す見取図である。

【図5】本発明を適用可能なウェハ表面の積層構造を示す説明図であり、図5(a)研磨処理前の様子、図5

10 (b)は研磨処理後の様子をそれぞれ示している。

【図6】本発明を適用可能な別のウェハ表面の積層構造を示す説明図であり、図6(a)研磨処理前の様子、図6(b)は研磨処理後の様子をそれぞれ示している。

【図7】本発明を適用可能なプラズマ発生装置のプラズマ照射口の別の実施の形態を示す説明図である。

【図8】本発明を適用可能なプラズマ発生装置のプラズマ照射口のさらに別の実施の形態を示す説明図である。

【図9】本発明を適用可能なプラズマ研磨装置の別の実施の形態を示す説明図である。

20 【図10】本発明を適用可能なプラズマ研磨装置のさらに別の実施の形態を示す説明図である。

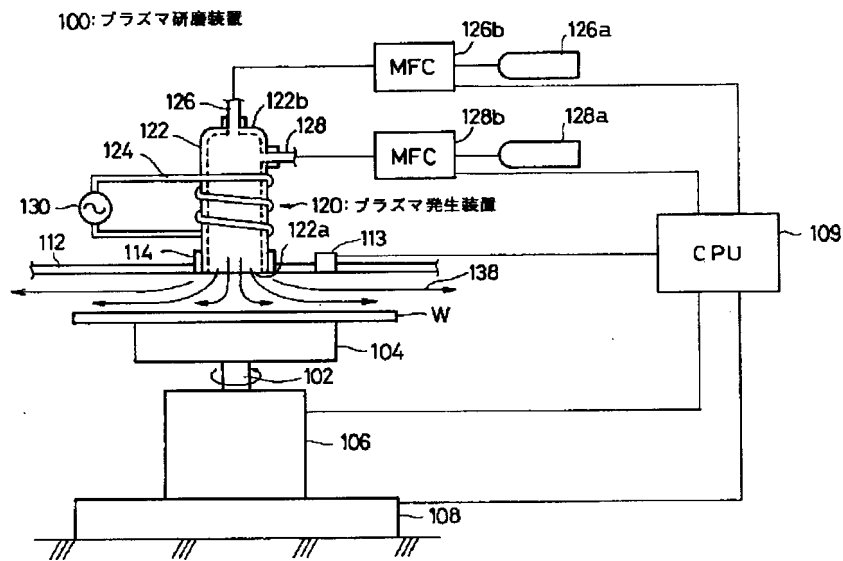
【図11】従来のCMP方式の研磨装置の一例を示す見取図である。

【図12】従来のCMP方式の研磨装置の一例を示す側面図である。

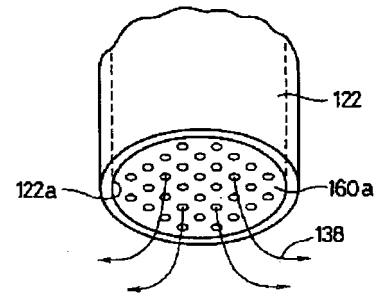
【符号の説明】

| | |
|--------|-------------|
| W | ウェハ |
| 100 | プラズマ研磨装置 |
| 102 | 回転軸 |
| 30 104 | 回転載置台 |
| 106 | 回転駆動機構 |
| 108 | 揺動機構 |
| 109 | 中央演算処理装置 |
| 112 | 天板 |
| 113 | 光学センサ |
| 120 | プラズマ発生装置 |
| 122 | プラズマ発生室 |
| 122 a | プラズマ照射口 |
| 124 | 高周波アンテナ |
| 40 126 | 第1の処理ガス供給経路 |
| 128 | 第2の処理ガス供給経路 |
| 130 | 高周波電源 |

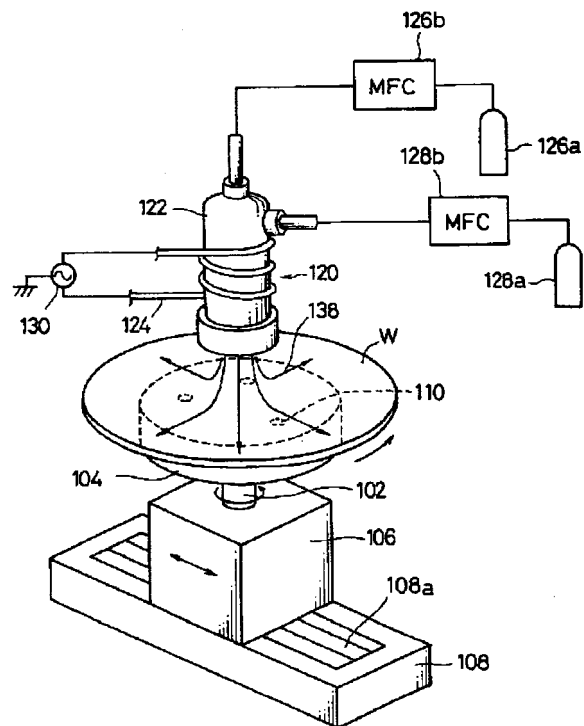
【図1】



【図7】

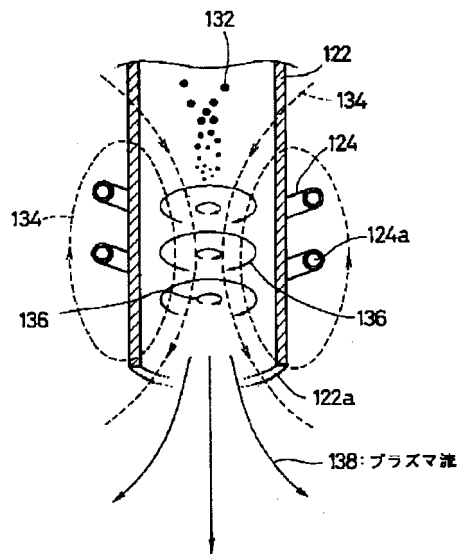


【図2】

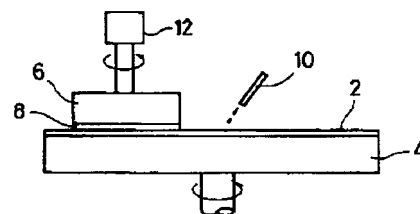


【図3】

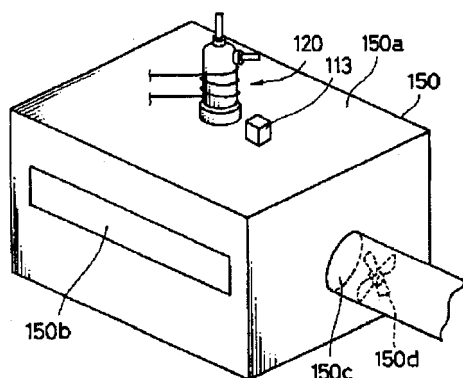
120: プラズマ発生装置



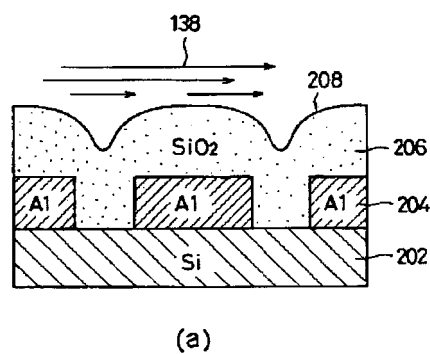
【図12】



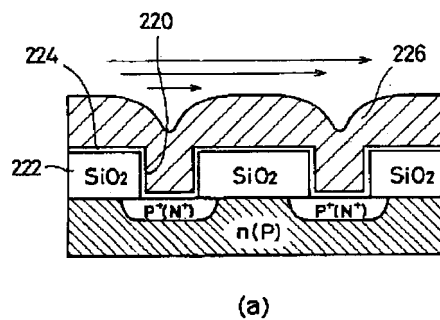
【図4】



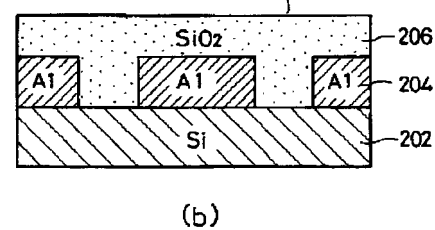
【図5】



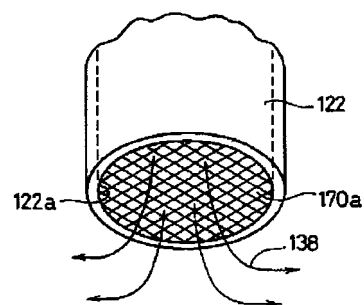
【図6】



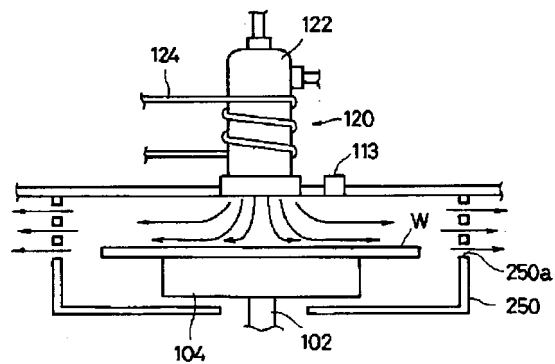
210



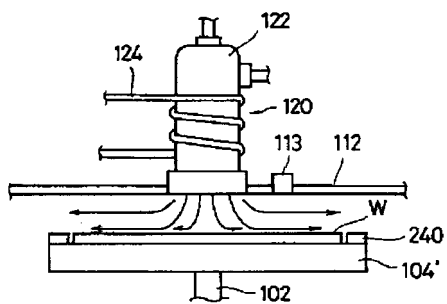
【図8】



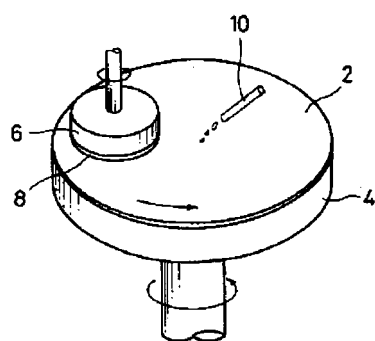
【図10】



【図9】



【図11】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第2区分
 【発行日】平成15年2月14日(2003.2.14)

【公開番号】特開平9-115865
 【公開日】平成9年5月2日(1997.5.2)
 【年通号数】公開特許公報9-1159
 【出願番号】特願平8-199863
 【国際特許分類第7版】

H01L 21/304 321

B24B 1/00

H01L 21/3065

H05H 1/46

【F I】

H01L 21/304 321 M
 321 E

B24B 1/00 A

H05H 1/46 A

H01L 21/302 N

【手続補正書】

【提出日】平成14年11月1日(2002.11.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理体の被処理面を研磨する研磨方法であって、

前記被処理体を回転させながら、その被処理面に所定の処理ガスのプラズマ流を照射することにより研磨することと特徴とする、研磨方法。

【請求項2】 前記プラズマ流は、実質的に大気圧雰囲気であることを特徴とする、請求項1に記載の研磨方法。

【請求項3】 前記プラズマ流は、前記被処理体の外径よりも内側に照射されることを特徴とする、請求項1または2に記載の研磨方法。

【請求項4】 前記被処理体を研磨することが可能な速度で高速回転させて、その回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記被処理体の外周方向に導き、略層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記被処理面を研磨することを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項5】 前記プラズマ流は、プラズマ発生手段の開放端に設けた照射口から照射し、前記開放端は、実質的に前記被処理体の被処理面より小

さいことを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項6】 前記被処理体を回転自在に保持する回転載置台は、前記被処理体を載置した状態で、回転しながら前記被処理体の被処理面に実質的に平行となる方向に揺動することを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項7】 前記プラズマ流は、前記回転載置台の揺動により、前記被処理体の被処理面に対して均一に照射されることを特徴とする、請求項6に記載の研磨方法。

【請求項8】 前記回転載置台の揺動速度は、前記プラズマ流の照射口を設けた前記プラズマ発生手段の開放端が前記被処理体の周縁部に近くなるほど遅くしていくことを特徴とする、請求項6に記載の研磨方法。

【請求項9】 前記プラズマ流は、前記被処理体の被処理面に実質的に平行な層流となることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項10】 前記プラズマ流は、前記被処理体の被処理面における凸部に衝突するように発生させることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項11】 前記プラズマは、高周波誘導結合によって発生させることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項12】 前記被処理体の前記被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理体の回転数が1000rpm以上の状態になると行われることを特徴とする、

請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項13】 前記被処理体の回転数は、1000rpm～7000rpmの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項14】 前記被処理体の回転数は、少なくとも4000rpm以上の範囲内で設定されることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項15】 前記被処理体の回転数は、4000rpm～6000rpmの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項16】 前記プラズマ流を照射する照射口を設けた前記プラズマ発生手段の開放端の面積は、前記被処理体の面積の1/100以下であることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項17】 前記被処理体の被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生手段の照射口との距離が50mm以下で行われることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項18】 前記被処理体の被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生手段の照射口との距離が5mm～30mmの範囲内で行われることを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項19】 前記被処理体の被処理面の研磨が終了する時点を検出し、終了時点が検出されると、前記被処理面の研磨を終了することを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項20】 前記研磨終了時点は、前記被処理体の被処理面を観察することにより検出することを特徴とする、請求項19に記載の研磨方法。

【請求項21】 前記被処理体の周囲に整流機構を設け、この整流機構により、前記被処理体の被処理面の外周域を擬似的に拡張することを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項22】 前記被処理体の研磨中に、前記被処理体の被処理面に実質的に平行となる方向へ向けてプラズマ流が排気されるように、前記被処理体の周囲から吸気することを特徴とする、請求項1～5のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項23】 少なくとも前記回転載置台による前記被処理体の回転を含む前記回転載置台についての駆動系の制御は、中央演算処理装置から伝達される信号により行うことを特徴とする、請求項1～22のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項24】 少なくとも前記処理ガスの供給系の制御は、中央演算処理装置から伝達される信号により行うことを特徴とする、請求項1～22のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項25】 被処理体の表面を研磨する研磨装置で

あって、

前記被処理体を回転自在に保持する回転載置台と、
所定の処理ガスをプラズマ化するとともに回転する前記被処理体の被処理面にプラズマ流を照射するプラズマ発生手段と、

を備えたことを特徴とする、研磨装置。

【請求項26】 前記処理ガスは、実質的に大気圧雰囲気中でプラズマ化されることを特徴とする、請求項25に記載の研磨装置。

【請求項27】 前記プラズマ流は、前記被処理体の外径よりも内側に照射されることを特徴とする、請求項25または26に記載の研磨装置。

【請求項28】 前記回転載置台は、前記被処理体の被処理面の回転によって生じる遠心力により、前記プラズマ流を前記被処理体の外周方向に導き、略層流状態で前記被処理面上を拡散させながら前記被処理面を研磨することが可能な速度で高速回転されることを特徴とする、請求項25～27のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項29】 前記プラズマ流は、前記プラズマ発生手段の開放端に設けた照射口から照射し、
前記開放端は、実質的に前記被処理体の被処理面より小さいことを特徴とする、請求項25～28のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項30】 前記回転載置台は、前記被処理体を載置した状態で、回転しながら前記被処理体の被処理面に実質的に平行となる方向に揺動することを特徴とする揺動機構を備えたことを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項31】 前記プラズマ流は、前記揺動機構による前記回転載置台の揺動により、前記被処理体の被処理面に対して均一に照射されることを特徴とする、請求項30に記載の研磨装置。

【請求項32】 前記揺動機構による前記回転載置台の揺動速度は、前記プラズマ発生手段の開放端が前記被処理体の周縁部に近くなるほど遅くしていくことを特徴とする、請求項30に記載の研磨装置。

【請求項33】 前記プラズマ流は、前記被処理体の被処理面に実質的に平行な層流となることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨方法。

【請求項34】 前記プラズマ流は、前記被処理体の被処理面における凸部に衝突するように発生させることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項35】 前記プラズマは、高周波誘導結合によって発生させることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項36】 前記被処理体の前記被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記回転載置台の回転数が1000rpm以上の状態になると行われることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項37】 前記回転載置台による前記被処理体の回転数は、1000rpm～7000rpmの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項38】 前記回転載置台による前記被処理体の回転数は、少なくとも4000rpm以上の範囲内で設定されることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項39】 前記回転載置台による前記被処理体の回転数は、4000rpm～6000rpmの範囲内で設定されることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項40】 前記プラズマ流の照射口を設けた前記プラズマ発生手段の開放端の面積は、前記被処理体の面積の1/100以下であることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項41】 前記被処理体の被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ照射手段のプラズマ流の照射口との距離が50mm以下で行われることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項42】 前記被処理体の被処理面への前記プラズマ流の照射は、前記被処理面と前記プラズマ流を照射するプラズマ発生手段の照射口との距離が5mm～30mmの範囲内で行われることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項43】 前記被処理体の被処理面の研磨が終了する時点を検出し、終了時点が検出されると、前記被処理面の研磨を終了することを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項44】 前記研磨終了時点は、前記被処理体の被処理面を観察することにより検出することを特徴とする、請求項43に記載の研磨装置。

【請求項45】 前記被処理体の周囲に整流機構を設け、この整流機構により、前記被処理体の被処理面の外周域を擬似的に拡張することを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項46】 前記被処理体の周囲に配設された側壁に吸気口を設け、前記被処理体の研磨中に、前記側壁内の空気を前記吸気口から前記被処理体の処理面に実質的に平行となる方向から吸気することを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項47】 前記回転載置台の回転中心は、移動可能であることを特徴とする、請求項25～29のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項48】 前記回転載置台の回転中心は、前記回転載置台を揺動する揺動機構により、を移動可能としたことを特徴とする、請求項47のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項49】 少なくとも前記回転載置台による前記

被処理体の回転を含む前記回転載置台についての駆動系の制御は、中央演算処理装置から伝達される信号により行うことを特徴とする、請求項25～48のいずれかに記載の研磨装置。

【請求項50】 少なくとも前記処理ガスの供給系の制御は、中央演算処理装置から伝達される信号により行うことを特徴とする、請求項25～48のいずれかに記載の研磨装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、被処理体の被処理面を研磨する研磨方法であって、被処理体を回転させながら、その被処理面に所定の処理ガスのプラズマ流を照射することにより研磨すること特徴とする研磨方法が提供される。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、被処理体の表面を研磨する研磨装置であって、被処理体を回転自在に保持する回転載置台と、所定の処理ガスをプラズマ化するとともに回転する被処理体の被処理面にプラズマ流を照射するプラズマ発生手段とを備えたことを特徴とする研磨装置が提供される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】また、上記研磨方法又は研磨装置におけるプラズマ流は、実質的に大気圧雰囲気であることが好ましく、また被処理体の外径よりも内側に照射されることが好ましい。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】また、上記研磨方法又は研磨装置においては、被処理体を研磨することが可能な速度で高速回転させて、その回転によって生じる遠心力により、プラズマ流を被処理体の外周方向に導き、略層流状態で被処理面上を拡散させながら被処理面を研磨するようにしてもよ

い。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】また、上記研磨方法又は研磨装置におけるプラズマ流は、プラズマ発生手段の開放端に設けた照射口から照射し、開放端は、実質的に被処理体の被処理面より小さくなるように構成してもよい。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体を回転自在に保持する回転載置台は、被処理体を載置した状態で、回転しながら被処理体の被処理面に実質的に平行となる方向に揺動するように構成してもよい。また、上記プラズマ流は、回転載置台の揺動により、被処理体の被処理面に対して均一に照射されるようにすることが好ましく、また上記回転載置台の揺動速度は、プラズマ流の照射口を設けたプラズマ発生手段の開放端が被処理体の周縁部に近くなるほど遅くしていくことが好ましい。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】また、上記研磨方法又は研磨装置におけるプラズマ流は、被処理体の被処理面に実質的に平行な層流となるようにすることが好ましく、またプラズマ流は、被処理体の被処理面における凸部に衝突するように発生させることが好ましい。さらにプラズマは、高周波誘導結合によって発生させてもよい。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】また、上記研磨方法又は研磨装置における被処理体の被処理面へのプラズマ流の照射は、被処理体の回転数が1000rpm以上の状態になると行われるようにしてもよい。また、被処理体の回転数は、1000rpm～7000rpmの範囲内で設定されることが好ましく、また少なくとも4000rpm以上の範囲内で設定されることが好ましく、また4000rpm～6000rpmの範囲内で設定されることがより好ましい。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】また、上記研磨方法又は研磨装置において、プラズマ流を照射する照射口を設けたプラズマ発生手段の開放端の面積は、被処理体の面積の1/100以下であることが好ましい。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の被処理面へのプラズマ流の照射は、被処理面とプラズマ流を照射するプラズマ発生手段の照射口との距離が50mm以下で行われることが好ましく、5mm～30mmの範囲内で行われることがより好ましい。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の被処理面の研磨が終了する時点を検出し、終了時点が検出されると、被処理面の研磨を終了するようにしてもよい。また、研磨終了時点は、被処理体の被処理面を観察することにより検出するようにしてもよい。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の周囲に整流機構を設け、この整流機構により、被処理体の被処理面の外周域を擬似的に拡張するようにしてもよい。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】また、上記研磨方法又は研磨装置において、被処理体の研磨中に、被処理体の被処理面に実質的に平行となる方向へ向けてプラズマ流が排気されるように、被処理体の周囲から吸気するようにしてもよい。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】また、上記研磨方法又は研磨装置において、少なくとも回転載置台による被処理体の回転を含む回転載置台についての駆動系の制御は、中央演算処理装置から伝達される信号により行うようにしてもよい。また、上記研磨方法又は研磨装置において、少なくとも処理ガスの供給系の制御は、中央演算処理装置から伝達さ

れる信号により行うようにしてもよい。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】また、上記研磨装置における回転載置台の回転中心は、移動可能とすることが好ましい。この回転載置台の回転中心は、回転載置台を揺動する揺動機構により移動可能としてもよい。